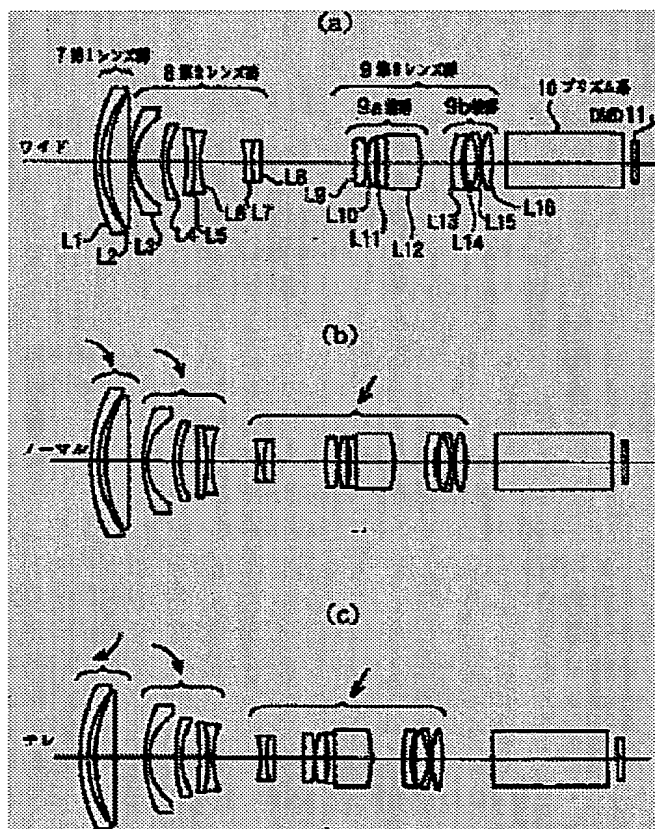


# PROJECTION ZOOM LENS FOR DLP

**Patent number:** JP2001215411  
**Publication date:** 2001-08-10  
**Inventor:** EBARA KATSUNORI; MINAGAWA HIROYUKI  
**Applicant:** KYOCERA CORP  
**Classification:**  
 - **International:** G02B15/20; G02B13/16; G02B13/22  
 - **European:**  
**Application number:** JP20000026783 20000203  
**Priority number(s):** JP20000026783 20000203

## Abstract of JP2001215411

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a finite zoom lens having a zoom ratio being about 1.8 as a projection lens for magnifying and projecting a DMD and having extremely high performance all over the zoom area and all over the projection screen while having a very long back focus (about three or more times of the focal distance). **SOLUTION:** This zoom lens is composed of a 1st group, a 2nd group and a 3rd group in this order from the screen side. In the case of varying power from a wide side to a telephoto side, the 1st lens group is non-linearly moved on an optical axis to the DMD side once and then moved to a home position. The 2nd lens group is non-linearly moved to the DMD side and the 3rd lens group is linearly moved to the screen side. The focal distances F1, F2 and F3 of the 1st, the 2nd and the 3rd lens groups and a synthetic focal distance (f) satisfy a specified condition. Then, anomalous dispersion glass is used for two or more concave lenses of the 2nd lens group and the convex lens of the rear group of the 3rd lens group, and further low dispersion glass is used for the positive lens of the front group of the 3rd lens group.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-215411

(P2001-215411A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B 15/20

G 0 2 B 15/20

2 H 0 8 7

13/16

13/16

13/22

13/22

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願2000-26783(P2000-26783)

(22) 出願日

平成12年2月3日(2000.2.3)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(72) 発明者 江原 克典

東京都世田谷区玉川台2丁目14番9号 京

セラ株式会社東京用賀事業所内

(72) 発明者 皆川 博幸

東京都世田谷区玉川台2丁目14番9号 京

セラ株式会社東京用賀事業所内

(74) 代理人 100075144

弁理士 井ノ口 壽

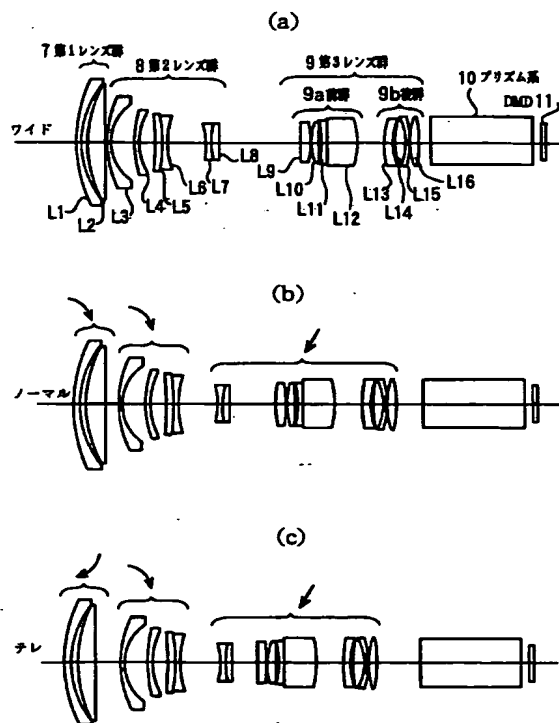
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 DLP用投影ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 DMDを拡大投射する投射レンズとして約1.8倍程度のズーム比を有するもので、非常に長いバックフォーカス(焦点距離の約3倍以上)を有しながらズーム全領域、かつ全投射画面において極めて高性能な有限ズームレンズを提供する。

【解決手段】 スクリーン側から順に、第1群、第2群および第3群より構成される。ワイド側からテレ側に変倍する場合、第1レンズ群は、光軸上を非直線的に一旦DMD側に移動した後、元の位置に移動し、第2レンズ群は非直線的にDMD側に移動し、前記第3レンズ群は直線的にスクリーン側に移動する。第1、第2および第3レンズ群の各焦点距離 $F_1$ 、 $F_2$ および $F_3$ ならびに総合焦点距離 $f$ は所定の条件を満たし、第2レンズ群の2枚以上の凹レンズおよび第3レンズ群の後群の凸レンズに異常分散ガラスを用い、さらに第3レンズ群の前群の正レンズに低分散ガラスを用いている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 DMD からの画像を拡大してスクリーン上に投影する投影用ズームレンズにおいて、前記スクリーン側から順に、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群および正の屈折力を持つ第 3 レンズ群を配置してなり、ワイド側からテレ側に変倍する場合、前記第 1 レンズ群は、光軸上を非直線的に DMD 側に移動した後、元の位置に移動し、前記第 2 レンズ群は非直線的に DMD 側に移動し、前記第 3 レンズ群は \*

$$1.0 \leq D/f \leq 1.1$$

の条件を満たし、かつ前記第 2 レンズ群の凹レンズのうち、2 枚以上の凹レンズのアップベ数  $v_d$  が、

$$v_d > 8.1 \quad \dots (5)$$

なる条件の硝材を用い、前記第 3 レンズ群を前群と後群に分け、前記第 3 レンズ群の後群の中の凸レンズ群のアップベ数  $v_d$  が

$$v_d > 8.1 \quad \dots (6)$$

なる条件の硝材を用い、前記第 3 レンズ群の前群の最も DMD 側に近いレンズは正レンズであって、そのアップベ数  $v_d$  が、

$$v_d > 7.0 \quad \dots (7)$$

なる条件の硝材を用いたことを特徴とする DLP 用投影ズームレンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、DMD（デジタル・マイクロミラー・デバイス）を用いた DLP（デジタル・ライト・プロセッシング）の光学エンジンに搭載する投影用広角ズームレンズ、さらに詳しくいえば、パソコン用のデータ表示機であるデータプロジェクタや大形テレビなどのディスプレイとして期待されている DLP の投影用ズームレンズに関する。

## 【0002】

【従来の技術】投影用レンズとしてはすでに LCD 用レンズとして多数市場に供給されている。これは、画素の大きい透過形液晶プロジェクタ用であり、バックフォーカスは空気換算で焦点距離の約 1 倍程度で短い。像側は概ねテレセントリックな光束になっているが、液晶の画素が大きいこともあって投影レンズとしてはそれほど高性能ではない。また、広角側の画角もそれほど小さくなくせいぜい 50 度程度である。また、透過形液晶を利用しているためスクリーン照度の向上に限界がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】LCD を用いた投影装置も最近著しく発展しているが、さらに大画面で非常に明るく、高画質の投影画像が要求されている。従来の LCD を用いた方式では、その目的を達成することはできない。しかしながら、DMD を用いた DLP によれば、上記目的を達成することが可能である。近年、DMD による DLP が開発された。これは、1 枚 16 マイクロメ

\*直線的にスクリーン側に移動するように構成し、前記第 1 レンズ群、第 2 レンズ群および第 3 レンズ群の各焦点距離  $F_1$ 、 $F_2$  および  $F_3$  は、

$$280 < F_1 < 500 \quad \dots (1)$$

$$-45 < F_2 < -30 \quad \dots (2)$$

$$65 < F_3 < 90 \quad \dots (3)$$

の条件を満たし、ズームレンズの総合焦点距離を  $f$ 、撮影レンズ全長を  $D$  としたとき、

$$\dots (4)$$

ートル角という極小のミラー（反射鏡）が数十万個から数百万個集まった DMD という半導体を用いるもので、ミラーが 1 枚 1 枚反射、非反射を繰り返すことにより DMD の画像がスクリーンに投影される仕組みになっている。この光学システム全体を DLP と呼び、光源、カラーフィルタ、集光レンズ、DMD および投影レンズより構成されている。DLP は、コントラストが非常に高く、高性能プロジェクタに用いられるものとして今後、透過形液晶プロジェクタの LCD に代わるものとして期待されている。

20

【0004】一般に普及している液晶プロジェクタは透過形であり、ダイクロックプリズムが液晶と投影レンズの間に存在する。その場合でも投影レンズのバックフォーカスの長さは焦点距離のせいぜい 1 倍程度である。しかしながら、DPL 方式の場合、DMD を用いていることから LCD 用投影レンズに比較し非常に長いバックフォーカスが要求される。DPL 方式は照明方式が反射式であり、照明光束を投影レンズ側から入射させなければならないからである。本発明の目的は、DMD を拡大投影する投影レンズとして約 1.8 倍程度のズーム比を有するもので、非常に長いバックフォーカス（焦点距離の約 3 倍以上）を有しながらズーム全領域、かつ全投影画面において極めて高性能な有限ズームレンズを提供することにある。

30

## 【0005】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために本発明による DLP 用投影ズームレンズは、DMD からの画像を拡大してスクリーン上に投影する投影用ズームレンズにおいて、前記スクリーン側から順に、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群および正の屈折力を持つ第 3 レンズ群を配置してなり、ワイド側からテレ側に変倍する場合、前記第 1 レンズ群は、光軸上を非直線的に一旦 DMD 側に移動した後、元の位置に移動し、前記第 2 レンズ群は非直線的に DMD 側に移動し、前記第 3 レンズ群は直線的にスクリーン側に移動するように構成し、前記第 1 レンズ群、第 2 レンズ群および第 3 レンズ群の各焦点距離  $F_1$ 、 $F_2$  および  $F_3$  は、

40

$$280 < F_1 < 500 \quad \dots (1)$$

$$-45 < F_2 < -30 \quad \dots (2)$$

50

$$65 < F_3 < 90 \quad \dots (3)$$

の条件を満たすように構成し、ズームレンズのレンズ \*

$$10 \leq D/f \leq 11$$

の条件を満たし、かつ前記第2レンズ群の凹レンズのうち、2枚以上の凹レンズのアップベ数 $v_d$ が、

$$v_d > 81 \quad \dots (5)$$

なる条件の硝材を用い、前記第3レンズ群を前群と後群に分け、前記第3レンズ群の後群の中の凸レンズ群のアップベ数 $v_d$ が

$$v_d > 81 \quad \dots (6)$$

なる条件の硝材を用い、前記第3レンズ群の前群の最もDMD側に近いレンズは正レンズであって、そのアップベ数 $v_d$ が、

$$v_d > 70 \quad \dots (7)$$

なる条件の硝材を用いている。

【0006】 $F_1 > 500$ の場合、球面収差および非点収差が過剰補正、特に歪曲収差が補正不足となる。また、そのため本来この種のレンズの射出瞳の位置（レンズの最終面からの距離）は極めて大きいことが必須であるが、 $F_1$ が500より大きくなると、ズームレンズ全体のパワー配分からレンズの最終面に近づき、像側のテレセントリック条件が満たされなくなる。また、 $F_1 < 280$ の場合、球面収差および非点収差は補正不足となる。つぎに $F_2 < -45$ の場合、非点収差が大きく発生するとともに、メリディオナル像面湾曲が大きく+側に変動する。また、射出瞳が最終面に近づき、像側のテレセントリック条件が満たされなくなる。また、 $F_2 > -30$ の場合、非点収差が大きく発生するとともにメリディオナル像面湾曲が大きく-側に変動する。さらに $F_3 > 100$ の場合、S、Mの像面湾曲および球面収差がともに大きく+側に変動し、 $F_3 < 65$ の場合、Mの像面湾曲および球面収差が大きく-側に変動し補正不足になる。

【0007】(4)式の条件を満たしつつ、 $v_d < 81$ の場合、倍率色収差の補正不足となる。そして、条件式(4)を満たしつつ、(5)式の条件から外れると、長波長側の軸上色収差が+側に大きく発生し、かつ短波長側の色収差が-側に大きく発生し軸上色収差不足となる。また、倍率色収差は長波長側の倍率色収差が+側で大きく発生し、かつ短波長側の倍率色収差が-側で大きく発生し倍率色収差不足となる。さらに条件式(4)を満たしつつ、(6)および(7)式の条件から外れると、上記と同様、長波長側の軸上色収差が+側に大きく発生し、かつ短波長側の色収差が-側に大きく発生し軸上色収差不足となる。また、倍率色収差は長波長側の倍率色収差が+側で大きく発生し、かつ短波長側の倍率色収差が-側で大きく発生し倍率色収差不足となる。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明をさらに詳しく説明する。本発明によるズームレンズはDP

\*は、

$$\dots (4)$$

Lプロジェクタ光学系に適用される。DMDを反射した光はプロジェクタ光学系を介してズームレンズに入射し、拡大されてスクリーンに投影される。DPLプロジェクタの光学系は光を透過させる液晶に比較し光の利用効率が良いという特長を有する。また、液晶タイプに比較しバックフォーカスが大きくなる。

#### 10 【0009】

【実施例】図1は本発明によるDLP用投影ズームレンズの実施の形態を示す図で、(a)はワイド状態、(b)はノーマル状態、(c)はテレ状態をそれぞれ示している。第1レンズ群7、第2レンズ群8ならびに前群9aおよび後群9bよりなる第3レンズ群9より構成され、第1レンズ群7は、ワイド側からテレ側に変倍させるとき、スクリーン側からDMD11側に一旦移動した後、元の位置に非直線的に移動する。第2レンズ群8は同様にワイド側からテレ側に変倍させるとき、DVD側に非直線的に移動する。第3レンズ群9は直線的にDMD11側に移動する。フォーカス方式は全体繰り出しである。

【0010】ズーム比は1.8倍程度であり、第3レンズ群9の像側はテレセントリック系である。ズームレンズは、

$$10 \leq D/f \leq 11 \quad \dots (4)$$

を満たしている。第1レンズ群7は、凹レンズL1および凸レンズL2から構成され、全体として正の屈折力を持っている。

30 【0011】第2レンズ群8は、凹レンズL3、凹レンズL4、凸レンズL5および凹レンズL6の接合レンズならびに凹レンズL7および凸レンズL8よりなる接合レンズより構成され、全体として負の屈折力を持っている。凹レンズL3、凹レンズL6および凹レンズL7の内、2枚以上は、

$$v_d > 81 \quad \dots (5)$$

である。色収差補正に有効である。また、凸レンズL5および凹レンズL6ならびに凹レンズL7および凸レンズL8よりなる各接合レンズは分離可能である。

40 【0012】第3レンズ群9は、凸レンズL9、凸レンズL10ならびに凹レンズL11および凸レンズL12の接合レンズよりなる前群9aと凹レンズL13、凸レンズL14、凹レンズL15および凸レンズL16よりなる後群9bとから構成され、全体として正の屈折力を持っている。前群9aの凸レンズL12は低分散ガラス( $v_d > 70$ )が用いられ、色収差の低減が図られている。また、後群9bの凸レンズL14および凸レンズL16は異常分散ガラス( $v_d > 81$ )が用いられる。凹レンズL11および凸レンズL12の接合レンズは分離可能である。

50 【0013】さらに第1レンズ群7、第2レンズ群8お

よび第3レンズ群9の各焦点距離を $F_1$ 、 $F_2$ および $F_3$ とすると、

$$280 < F_1 < 500$$

$$-45 < F_2 < -30$$

$$65 < F_3 < 90$$

... (1)

... (2)

... (3)

の条件を満たすものである。

【0014】以下、具体的なデータ例を示す。なお、0面はスクリーンである。

【表1】

DLP1.5-2.5 レンズ構成データ

面	半径	間隔	硝子
0	INFINITY	6000.000	
1	149.5000	4.900000	o sf6
2	92.00000	6.000000	
3	131.8000	16.00000	s bsm25
4	-1600.000	.8000000	
5	99.00000	3.300000	s fs15
6	44.65000	20.19903	
7	115.5000	3.800000	s fs15
8	61.77000	13.14189	
9	-629.4000	6.300000	o sf6
10	-220.0000	4.400000	s fp151
11	85.10000	33.70300	
12	-60.00000	4.200000	s fp151
13	120.0000	6.042724	o sf6
14	-1925.000	48.46700	
15 s	INFINITY	19.73791	
16	800.0000	8.000000	s bal35
17	-135.0000	1.000000	
18	89.40000	6.000000	s ftm16
19	-738.0000	2.579815	
20	-100.3000	4.700000	o sf6
21	-317.0000	26.40000	s fp151
22	-102.2500	23.35559	
23	132.0000	6.700000	s lah60
24	63.10000	2.071723	
25	131.0000	9.500000	s fp152
26	-50.30000	2.800000	s lah60
27	-93.70000	.2000000	
28	72.00000	7.700000	s fp152
29	-128.0000	10.00000	
30	INFINITY	85.00000	s bsc7
31	INFINITY	6.500000	
32	INFINITY	3.000000	50847.6120
33	INFINITY	.8887370	
34	INFINITY	.0000000E+00	

【表2】

7  
近軸データ  
使用波長 546nm, 460nm, 620nm

焦点距離	= 26.49367	35.10956	44.16301
FNO	= 3.0	3.0	3.0

指定物体距離の場合

倍率	= -.4351960E-02	-.5753531E-02	-.7231924E-02
物体距離	= 6000.000	6005.000	6000.000
物像距離	= 6397.387	6397.221	6397.388
像面距離	= .8887370	.8886674	.8889055
レンズ全長	= 396.4987	391.3327	396.4987
像高	= 16.00000	16.00000	16.00000

【表3】

ZOOM DATA LIST

	position 1	position 2	position 3
thi 0	6000.00	6005.00	6000.00
thi 4	.800000	10.9980	20.9550
thi14	48.4670	19.6430	1.39200
thi29	10.0000	23.4600	36.9200
thi33	.888737	.888667	.888905

【0015】図2は球面収差、像面湾曲、歪曲収差および倍率色収差の性能を示す収差図であり、図2Aはワイドの位置を、図2Bはノーマルの位置を、図2Cはテレの位置をそれぞれ示している。像面湾曲では各波長460nm, 546nm, 620nmに対し、それぞれメリディオナル像面（実線）とサジタル像面（点線）を示している。歪曲は波長546nmに対するものである。

【0016】

【発明の効果】以上、説明したように本発明によれば、極めてバックフォーカスの長い、高性能のテレセントリック広角有限ズームレンズを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるDLP用投影ズームレンズの実施の形態を示す図で、(a)はワイド状態、(b)はノーマル状態、(c)はテレ状態をそれぞれ示している。

【図2A】表1の具体例の各収差を示す図で、ワイド状

態のときの球面収差、像面収差、歪曲収差および倍率色収差図である。

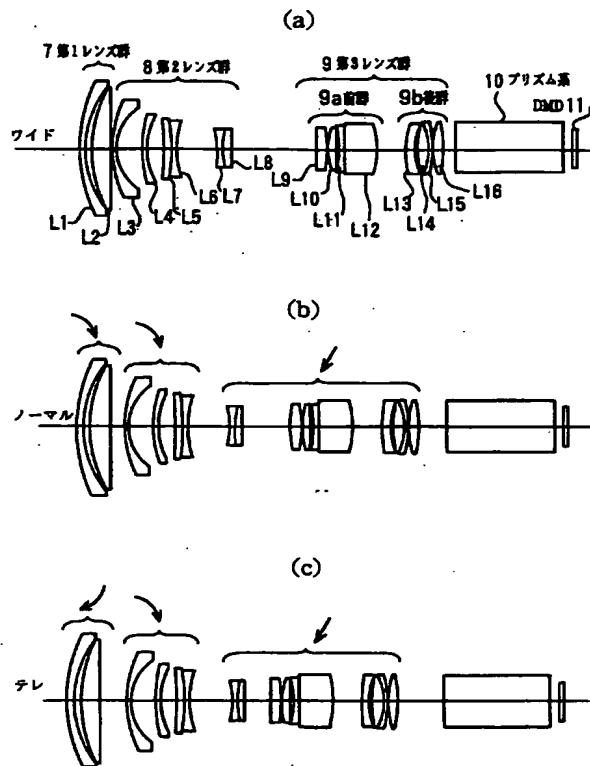
【図2B】表1の具体例の各収差を示す図で、ノーマル状態のときの球面収差、像面収差、歪曲収差および倍率色収差図である。

【図2C】表1の具体例の各収差を示す図で、テレ状態のときの球面収差、像面収差、歪曲収差および倍率色収差図である。

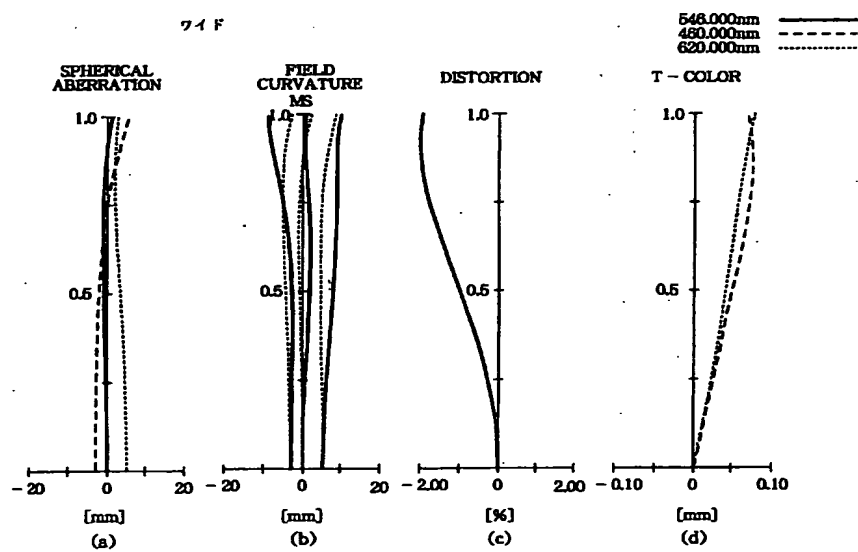
【符号の説明】

7…第1レンズ群  
8…第2レンズ群  
9…第3レンズ群  
9a…前群  
9b…後群  
10…プリズム系  
11…DMD

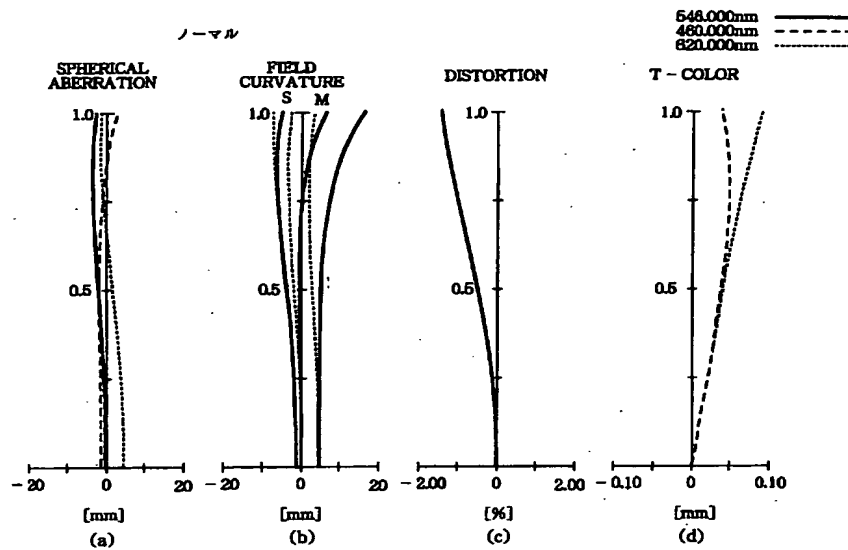
【図1】



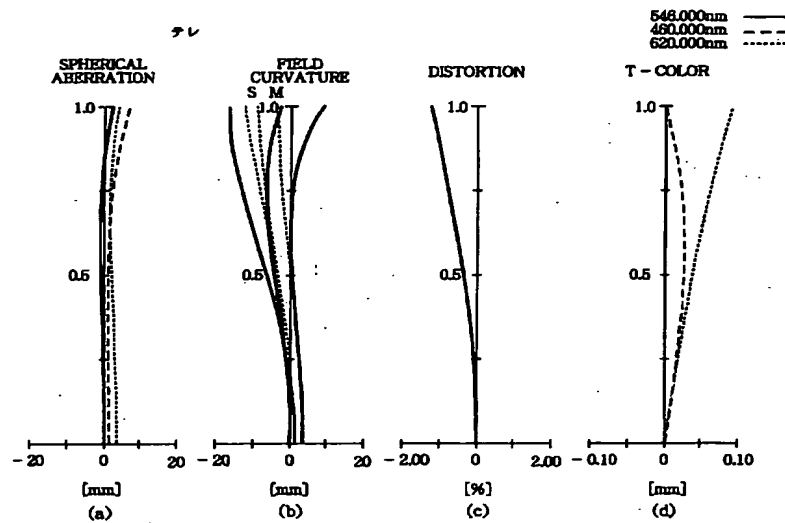
【図2A】



【図2B】



【図2C】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA06 KA07 NA02 PA12 PA16  
PB16 QA02 QA07 QA17 QA21  
QA26 QA34 QA42 QA45 RA32  
RA41 SA13 SA17 SA19 SA62  
SA63 SA64 SB03 SB17 SB21